Anatomie und Mechanismus der Zunge der Vermilinguier.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medicinischen Fakultät

der

K. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe

vorgelegt von

Dr. phil. **Ludwig Kathariner**
aus Fulda.

Jena
Gustav Fischer
1894.

Seinem Freunde

Dr. med. August Siebert

prakt. Arzt und Zahnarzt in Düsseldorf

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/anatomieundmecha0001drph

Die Chamäleonten oder Vermilinguier bilden eine scharf begrenzte Gruppe der Saurier. Unter den mannigfachen Eigentümlichkeiten ihres anatomischen Baues nimmt die Zunge eine hervorragende Stelle ein. Gleich einem Pfeil wird sie nach den in Insekten bestehenden Beuteobjekten auf eine mitunter die Körperlänge des ganzen Chamäleons übertreffende Entfernung geschleudert und dann ebenso schnell mit dem an der klebrigen Zungenspitze haftenden Insekt in das Maul zurückgezogen. Die Zunge bildet somit das eigentliche Organ zur Herbeischaffung der Nahrung, während der übrige Körper der überaus trägen Tiere in Ruhe bleibt. Geleitet wird sie dabei durch die Augen, welche, gleichfalls überaus beweglich, das Erspähen der Beute ohne gleichzeitige Drehung des Kopfes ermöglichen.

Es ist nicht zu verwundern, wenn schon früh aufmerksame Beobachter der Natur bestrebt waren, den Mechanismus zu entdecken, der die Zunge zu einer in ihrer Ausgiebigkeit einzig dastehenden derartigen Bewegung befähigte.

Die erste Notiz hierüber finden wir in der von Peter Gassendus verfaßten Biographie des Nicol. Claud. Fabric. von Peirese (1).

In den unter Perrault's Redaktion veröffentlichten Sitzungsberichten der Académie royale des sciences vom Jahre 1676 (2) wird von der Zunge des Chamäleons gesagt, daß sie durch einen außen von Haut umkleideten Schlauch, der im Innern eine „substance nerveuse" enthalte, an das Zungenbein angeheftet sei; durch Streckung resp. Verkürzung des Schlauches werde die Zungen-

bewegung bewirkt. Die dazu nötige Kraft werde scheinbar durch einen Luftstoß aus den Lungen hervorgebracht, die Zunge also gewissermaßen ausgespuckt (crachée); da aber beim Schleuderakte kein Geräusch hörbar sei, wie es doch unter dieser Voraussetzung der Fall sein müßte, könne diese Erklärung nicht zutreffend sein. Auch mit dem Ausstülpen der Fühlhörner der Schnecken wird die Bewegung der Zunge verglichen. Eine andere, ebendaselbst niedergelegte Auslegung fußt darauf, daß die Verlängerung durch eine Verdünnung eines im Zungenschlauche enthaltenen Nerves, die Verkürzung dagegen durch eine Verdünnung (raréfaction) des in der Zunge ungleichmäßig verteilten schwärzlichen Blutes (darunter sind jedenfalls die zahlreichen Pigmentanhäufungen in der Zungenschleimhaut gemeint) hervorgerufen werde, indem letzteres dabei die Wände des Schlauches erweitere.

Vallisneri (3), welcher ein dem Chamäleon eigentümliches bläschenförmiges Anhangsgebilde der Trachea entdeckte, glaubte dieses als Mittel zur Krafterzeugung für die energische Schleuderbewegung der Zunge in Anspruch nehmen zu dürfen; eine Ansicht, die später von Dumeril (8) wieder aufgegriffen wurde; dieser meinte, daß von diesem Bläschen und von den Lungen aus die im Innern hohle Zunge mit Luft gefüllt und so hervorgestülpt werde, während sie durch die darauf folgende, vom Tiere willkürlich hergestellte relative Luftleere dieser Organe wieder in den Mund zurückgebracht würde.

Erst Cuvier (4) zog die direkte Einwirkung der am Zungenbein und seinen Hörnern inserierenden Muskeln zur Erklärung heran und verglich den Mechanismus der Zunge des Chamäleons mit dem der Spechtzunge, ohne sich indes auf Einzelheiten einzulassen.

Eine ganz eigenartige Anschauung vertritt wiederum Houston (5), der durch einen plötzlichen Blutzufluß die Verlängerung der Zunge zustande kommen läßt, eine Erscheinung, analog der an erektilen Geweben zu beobachtenden.

Dieser Erklärung tritt Mayer (6) [1]) entgegen und setzt an

---

1) Diese Litteraturangabe, welche ich in allen anderen Arbeiten über das in Frage stehende Thema vermisse, verdanke ich einer gütigen Mitteilung des Herrn Geheimrates Prof. Dr. Leydig, der jederzeit meiner Arbeit das regste Interesse entgegenbrachte, wofür ich ihm zu innigem Danke verbunden bin.

ihre Stelle als der erste eine auf guter anatomischer Basis beruhende ausführliche Darstellung. Er wendet mit Recht gegen Houston ein, daß das Herausschießen der Zunge viel zu rasch geschehe, als daß es sich durch einen vermehrten Blutzufluß in ihre Gewebe begründen lasse; außerdem aber würde ein solcher zwar eine Verdickung, nicht aber eine Verdünnung und Verlängerung der Zunge zur Folge haben.

Seine Auffassung geht vielmehr dahin, daß durch die Kontraktion der Mm. genio-hyoideus und mylohyoideus die Zunge nebst dem in ihr enthaltenen „knorpeligen Kolben" (eine stabförmige Verlängerung des Zungenbeinkörpers) über den Kieferrand heraustrete. Alsdann kontrahierten sich die „Cirkelfasern der Scheidenröhre nach rückwärts, an der Spitze des knorpligen Kolbens des Zungenbeines sich anstemmend, von hinten nach vorwärts und schieben die vordere Zungenklappe nach vorwärts, während die Röhre sich verdünnt, verlängert und ihre Steifigkeit durch die innere elastische Haut behält. Auch diese Kontraktionen erfolgen schnell und gleichzeitig mit den Kontraktionen der genannten Herausstrecker des Zungenbeines". Das Zurückziehen geschieht dann so, daß die Scheidenröhre sich vermöge der Elasticität der inneren Haut von selbst erweitert, verkürzt und dann die Mm. sternohyoideus und omohyoideus das Zungenbein zurückziehen, worauf der in der Ruhe gefaltete, durch das Herausschnellen ausgedehnte M. ceratohyoideus die Zunge in ihre definitive Ruhelage in der Mundhöhle zurückführt.

Wiederum eine andere Deutung des fraglichen Vorganges sucht Duvernoy (7a) zu geben. Er vergleicht den muskulösen, dicken, vorderen Teil der Zunge, welcher auf der stabförmigen Verlängerung des Zungenbeins aufsitzt und durch einen in der Ruhe vielfach quergefalteten, das Os entoglossum gleichfalls umkleidenden Schlauch mit dem centralen Ende des Zungenbeins und der Schleimhaut des Mundbodens verbunden wird, mit einer auf einem Stäbchen aufgesteckten Kugel, die durch heftiges Vorstoßen des Stäbchens und dann folgendes plötzliches Anhalten desselben von diesem vermöge der Trägheit heruntergeschleudert wird. So, meint Duvernoy, wird der dicke vordere Abschnitt der Zunge vermöge seiner Trägheit von dem Zungenbein herunterfliegen, wenn dieses mit Kraft von den Mm. genio-hyoidei, genio-ceratoidei und cerato-maxillares nach vorn gerissen und dann durch die Mm. sterno-hyoidei und sterno-ceratoidei plötzlich angehalten wird. Die

letzteren beiden Muskeln bringen das Zungenbein auf den Boden der Mundhöhle zurück, während die Mm. hyoglossi, welche durch den Schlauch nach der Zunge verlaufen, diese wieder auf das Os entoglossum aufziehen. Von einer Beteiligung der die Zunge selbst zum großen Teil bildenden Muskelfasern an der Vorwärtsbewegung erwähnt Duvernoy nichts.

Duméril (8) hält zwar mit Recht die eben gegebene Erklärung nicht für völlig ausreichend, macht jedoch darin einen großen Fehler, daß er, wie vorher schon erwähnt wurde, die Kraft der Lungen mit heranzieht, die durch einen Luftstoß wirken sollen, eine Annahme, die, wie ihm Duvernoy erwidert, mit den anatomischen Thatsachen in Widerspruch steht, da eine Verbindung der Luftwege mit dem Innern der Zunge nicht vorhanden ist. Zugleich weist Duvernoy auch die Möglichkeit einer érection sanguine und einer érection nerveuse zurück, welch letztere den Zufluß eines unwägbaren Fluidums voraussetze.

Rusconi (9) bringt eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Phasen des Schleuderaktes, so wie sie sich äußerlich am lebenden Tiere darstellen; bezüglich der mechanischen Erklärung stimmt er Duvernoy bei; er bemerkte, daß das Chamäleon, bevor es seine Zunge schleudert, den „Hals“ zusammenzieht, wodurch die „Art von Kropf“ allmählich verschwindet, und glaubt schon deshalb die Mitwirkung der an der Zungenbasis gelegenen Luftblase, wie sie von Vallisneri (3) behauptet worden war, ausschließen zu müssen; er irrt jedoch, wenn er meint, darüber sei noch von niemand etwas mitgeteilt worden. Denn Duvernoy (7 a) bemerkt ausdrücklich, daß der M. mylohyoideus den Mundboden emporhebe. Gegen die Theorie Houston's von einem Strecken der Zunge durch plötzlichen Blutzufluß macht Rusconi geltend, daß die Arteria lingualis viel zu schwach sei, um plötzlich eine so große Blutmenge, wie dazu nötig wäre, zuführen zu können.

Die letzte und gleichzeitig ausführlichste Beschreibung der Chamäleonzunge und ihrer Funktion gab Brücke (10), während in dem umfangreichen Werke „Zur Anatomie der Zunge“ von Prinz Ludwig Ferdinand (12) nichts wesentlich Neues über unseren Gegenstand enthalten ist.

Brücke wandte seine Aufmerksamkeit namentlich dem vorderen, verdickten und muskulösen Teil, der eigentlichen Zunge in vergleichend-anatomischem Sinne, zu und glaubte aus ihrer eigentümlich angeordneten Muskulatur auf eine hervorragende Betei-

ligung derselben beim Schleuderakte schließen zu müssen, zumal nach dieser Richtung hin angestellte elektrische Reizversuche ein positives Resultat ergaben.

Beim Studium der Brücke'schen Arbeit und gleichzeitigem Betrachten der von ihm und Prinz Ludwig Ferdinand (12) gegebenen Abbildungen von Querschnitten glaubte ich jedoch Widersprüche zwischen der Anordnung der Muskelfasern und der ihnen zugeschriebenen Funktion zu finden. Eine darauf angestellte eigene Untersuchung ergab nicht nur einige neue, zum Teil nicht unwesentliche anatomische Einzelheiten, sondern belehrte mich auch darüber, daß der Wurf der Zunge nicht in der von Brücke angegebenen und seitdem als richtig angenommenen Weise zustande kommen kann.

Bei dem Interesse, welches die eigentümliche Zunge der Chamäleonten von jeher erweckt hat, glaube ich eine abgeschlossene Darstellung ihres Baues und Mechanismus geben zu dürfen.

Zu meinen Untersuchungen dienten mir außer konservierten Exemplaren von Chamaeleo vulgaris, planiceps und pumilus eine Anzahl kräftiger, längere Zeit im hiesigen Zoologischen Institut lebend gehaltener Tiere; die Beobachtung gerade der lebenden Tiere bei dem uns interessierenden Akte halte ich für nicht unwesentlich, da sie einerseits vor mancherlei Irrtümern schützt, zu denen die Untersuchung von nur totem Material leicht führen kann, andererseits Licht auf manche Punkte wirft, welche sonst wenig oder gar nicht verständlich wären [1]).

Es dürfte sich empfehlen, zunächst an der Hand von nach Gefrierschnitten angefertigten Übersichtsbildern (Fig. 1 u. 2) das Verhalten der Zunge und ihre Lage im ruhenden sowie im ausgestreckten Zustand zu erläutern.

Das Zungenbein besitzt jederseits ein größeres hinteres sowie ein kleineres vorderes Horn und läuft nach vorn in einen geraden, etwa 3 cm langen, knorpeligen Stift aus (Fig. 1, 2 *h*). Auf diesem ist die Zunge in Form eines Schlauches aufgesteckt, an dem man

---

1) Nicht minder wichtig ist die Zergliederung frisch getöteter Tiere. Außerdem wurden zahlreiche, nach verschiedenen Richtungen hin modifizierte elektrische Reizversuche angestellt, welche die auf diese Weise, sowie aus der Betrachtung von Quer- und Längsschnittserien gewonnenen rein theoretischen Resultate experimentell bestätigten.

einen vorderen, vorn geschlossenen, dicken, muskulösen und einen hinteren, dünnwandigen, in viele Falten gelegten Teil unterscheiden kann, welch letzterer in die Auskleidung der Mundhöhle sich fortsetzt (Fig. 1 *ma* u. *hg*). Ersterer sei der Kürze halber Zungenkeule, letzterer Zungenschlauch genannt. Die Zungenkeule trägt vorn einen dorsalen Wulst (*p*), von früheren Autoren „Pulvinar" genannt, und an ihrer Spitze eine dicke, mit zahlreichen, ein klebriges Sekret absondernden Drüsen durchsetzte Schleimhaut, von Rusconi (9) „Leimmembran" genannt. Eine tiefe Nische derselben, durch eine Einstülpung hervorgerufen, wird als „Schleimhautnische" bezeichnet.

Bei der Ruhelage der Zunge sieht man nach Öffnung des Mauls von ihr nur das Pulvinar sowie die Leimmembran (Fig. 3). Die ganze übrige Zunge liegt in einer vom Kinnwinkel nach hinten und unten gehenden Einstülpung des Mundhöhlenbodens, der „Zungentasche" (Fig. 1 u. 2). Die sie auskleidende Schleimhaut setzt sich kontinuierlich auf die Zunge fort.

An der ausgeschleuderten Zunge bemerkt man, daß das Zungenbein weit nach vorn gezogen ist, so daß die Spitze des Stiftes zum geöffneten Maul über den Kieferrand heraussteht (Fig. 2). Der Zungenschlauch ist durch die Ausgleichung seiner Falten gestreckt und dadurch hauptsächlich die Verlängerung der Zunge erreicht, welche das Fünffache ihrer Länge in der Ruhelage betragen kann. Der innere Hohlraum wird von einem bindegewebigen Strang (*li*) durchzogen, welcher sich von der Spitze des Zungenbeinstiftes bis in das vordere Ende der Zungenkeule erstreckt. Die Schleimhautnische ist ausgeglichen, indem die Leimmembran über die Spitze der Zungenkeule nach unten gezogen ist, wodurch deren vorderes Ende mehr abgerundet erscheint.

Im Anschluß hieran soll nun geschildert werden, was sich betreffs des Schleuderaktes der Zunge am lebenden Tiere beobachten läßt.

Hat das Chamäleon irgend ein ihm schußgerecht sitzendes Insekt erspäht, öffnet es zunächst langsam die Kiefer und schiebt die Zungenspitze über den Rand des Unterkiefers hervor; unter Zusammenziehung des Kropfes wird gleichzeitig die vorher schräg von vorn oben nach hinten unten gelagerte Zunge in eine mehr horizontale Lage gebracht. Die mit Querfalten versehene, nischenförmig eingestülpte Leimmembran wird während des Herausschiebens teilweise über die vordere Spitze der Zunge nach unten gezogen; dabei gleichen sich ihre Querfalten und die nischen-

förmige Einstülpung aus, und das vordere, vorher mehr spitze Ende der Zunge wird rundlich, wie dies schon Rusconi (9) beobachtet und gut abgebildet hat. Nun fährt plötzlich mit großer Geschwindigkeit die Zungenkeule in gerader Linie auf ihr Ziel los, den vorher gefalteten Zungenschlauch, welcher sie mit dem Mundboden verbindet, nach sich ziehend und entfaltend. Bei einem der von mir gepflegten Chamäleons, das von der Schnauzenbis zur Schwanzspitze 23,5 cm maß, erreichte dabei die gesamte Zunge eine Länge bis zu 20 cm, während sie in Ruhelage nur eine Ausdehnung von 4 cm hatte. Beim Hervorschießen der Zunge beobachtet man gleichzeitig durch die Haut des Halses hindurch, daß der ganze Zungenbeinapparat dabei energisch mit nach vorn gerissen wird, so daß der lange Zungenbeinstiel weit aus dem Maul herausragt; sein vorderes Ende erkennt man leicht an der Abknickung, welche der ihn umhüllende Schlauch im Momente des Zurückziehens erfährt. Letzteres geschieht ebenfalls mit großer Schnelligkeit, und wird dabei die an der Leimmembran klebende Beute mit in das Maul aufgenommen.

Im Nachfolgenden mögen nun diese einzelnen Bewegungen auf ihre anatomische Grundlage zurückgeführt werden.

Die Bewegung der Zunge wird, wie geschildert, dadurch eingeleitet, daß sie zunächst durch Heben ihres Hinterendes in eine mehr horizontale Lage gebracht wird, wobei die kropfartige Vorwölbung am Halse verschwindet; untersucht man auf die hierbei wirksamen Elemente, so findet man einen ziemlich komplizierten Muskelapparat vor.

Nach vorsichtigem Abpräparieren der äußeren Haut von der Halsgegend bis zum Kinnwinkel stößt man zuerst auf eine dünne, aber feste Fascie, welche eine Muskellage, den M. mylohyoideus anterior, deckt. Dieser (Fig. 5 *mh. a*) entspringt jederseits in der Mitte des Unterkieferastes auf dessen Innenseite und strahlt in zahlreichen Bündeln nach der Mittellinie aus, wo beide Portionen ineinander übergehen. Durchtrennt man ihn daselbst durch einen sagittalen Schnitt und klappt eine Hälfte nach außen, so stößt man auf zahlreiche, in sehr regelmäßigen Abständen untereinander verlaufende, von hinten kommende dünne Muskelbündel; dieselben stellen die Ausbreitung der beiden Mm. mylohyoidei posteriores dar (Fig. 5, 6 *mh. p*), welche, an den aufsteigenden Kieferästen entspringend, schräg nach vorn ziehen und mit der Innenfläche des M. mylohyoideus ant. hinten fest verwachsen sind, vorn jedoch sich leicht davon abpräparieren lassen.

Die Mm. mylohyoid. ant. und post. umgreifen in bogenförmigem Verlauf die Zungentasche und heben bei ihrer Kontraktion diese nebst der in ihr enthaltenen Zunge. Unterstützt werden sie in ihrer Thätigkeit durch mehrere Hautmuskeln. Hinter dem Kieferwinkel steigen nämlich von der Schultergegend fast senkrecht zur Mittellinie herab eine Unzahl sehr feiner Muskelfasern, die sich in der Mitte des Halses begegnen; verfolgt man sie nach ihrem Ursprunge, so findet man, daß sie durch Zerfaserung ziemlich starker, an der Vorderkante der Scapula in deren unterem Drittel entspringender Bündel entstehen. Ein anderer, schwächerer Muskel entspringt am Hinterhaupt und teilt sich in zwei Portionen, von denen die eine schräg nach hinten herabsteigt, die andere mehr in der Längsrichtung des Körpers nach hinten in die Gegend der Scapula zieht. Beide Portionen bilden mit dem erstgenannten Muskel ein Dreieck mit nach unten gerichteter Spitze. Durch ihre Kontraktion können diese Hautmuskeln komprimierend auf die zahlreichen großen Lymphräume wirken, welche in der Halsgegend hinter den Kieferwinkeln liegen, und so eine Verschiebung der Zunge nach hinten verhindern, wenn dieselbe durch Zusammenziehung des Kropfes gehoben wird.

Das nun folgende Vorschieben der Zungenspitze über den Rand des Unterkiefers und das zielende Hinrichten derselben nach der Beute wird durch die Mm. genio-ceratoidei, genio-glossi und genio-hyoidei bewirkt.

Die Mm. genio-ceratoidei (Fig. 4, 5, 6 *gc*) entspringen an der Außenfläche des Unterkiefers, gehen über dem M. mylohyoideus ant. her, dann unter dem M. mylohyoideus post. durch und inserieren an der Spitze der großen Zungenbeinhörner.

Die Mm. genio-glossi (Fig. 4, 5, 6 *gg*), auf deren Vorhandensein Duvernoy (7 b) aufmerksam macht, während Cuvier (4) angiebt, daß sie dem Chamäleon fehlen, entspringen an der Unterseite des Kiefers, nahe dem Kinnwinkel, gehen zwischen M. mylohyoideus ant. und M. mylohyoideus post. hindurch und in der Schleimhaut des Mundbodens ineinander über; sie umgrenzen den Eingang zur Zungentasche an seinem hinteren Rand und vermögen die Schleimhaut nach vorn zu ziehen; zugleich aber können sie durch eine sehnige Verbindung mit den kleinen Hörnern des Zungenbeins auf dieses im Sinne eines Zuges nach vorn einwirken.

Die Mm. geniohyoidei (Fig. 4, 5, 6 *gh*) (cerato-maxillaris Cuvier, hyomandibularis Prinz Ludwig Ferdinand) entspringen

im Kinnwinkel, verlaufen gerade nach hinten und inserieren in zwei Portionen am großen Zungenbeinhorn in dessen ganzer Länge sowie am Zungenbein selbst.

Aus dem Verlaufe der eben genannten Muskeln ergiebt sich ohne weiteres, daß sie einesteils durch schwache Kontraktion die Zunge nach vorn schieben, anderenteils durch einseitige Thätigkeit richten, sowie endlich, wenn alle zusammen energisch wirken, den ganzen Zungenbeinapparat kräftig nach vorn reißen können.

Es würde sich jetzt die Besprechung der für den eigentlichen Schleuderakt in Betracht kommenden Mittel anzuschließen haben. Hören wir zunächst, wie Brücke den merkwürdigen Vorgang zu erklären sucht. Er schreibt:

„Betrachten wir zuerst denjenigen Teil der Zunge im engeren Sinne, welcher, wenn dieselbe in der Mundhöhle liegt, das vordere Ende des Zungenbeins, auf dem die Zunge steckt, zunächst umgiebt. Diesen bildet eine hohle, hinten drehrunde Muskelmasse, deren Fasern in sehr eigentümlicher Weise angeordnet sind. Wenn man einen Querschnitt betrachtet, so sieht man alle Fasern vom äußeren Kreise nicht radial, sondern schief und in einem nach außen schwach konvexen Bogen gegen den inneren Kreis verlaufen. Wenn man von hinten nach vorn fortschreitet, so sieht man, daß nach jeder ein-, zwei- oder dreifachen Lage die Richtung wechselt, so daß die Muskelfasern sich mit denen der vorhergehenden Schicht kreuzen. Wenn alle Fasern kontrahiert sind, so ist die Gleichgewichtsfigur der Muskelmasse von der Art, daß der Achsenkanal zu eng ist, um wie im erschlafften Zustande das Zungenbein aufnehmen zu können, und die Zunge wird also während der Kontraktion von diesem heruntergleiten müssen. Ich habe mich am frisch getöteten Tiere überzeugt, daß dies wirklich der Fall ist. Man entfernt zu dem Ende die Kiefer des Tieres voneinander und durchschneidet, um das Zuklappen derselben zu verhindern, die Kaumuskeln. Hält man dann das Tier so, daß die Schnauze und die Zungenbeinspitze nach oben gewendet sind, und berührt die Zunge mit den Elektroden eines Magnet-Elektromotors, so streckt sie sich und wird in die Höhe geschnellt, entfernt man die Elektroden, so erschlafft sie und sinkt wieder in ihre alte Lage herab. Man ersieht hieraus, daß diese Muskelmasse ein zweites beschleunigendes Moment für die Bewegung der Zunge aufbringt. Erstens wird das Zungenbein durch den Musculus geniohyoideus und mylohyoideus nach vorn gezogen, und zweitens gleitet in dem-

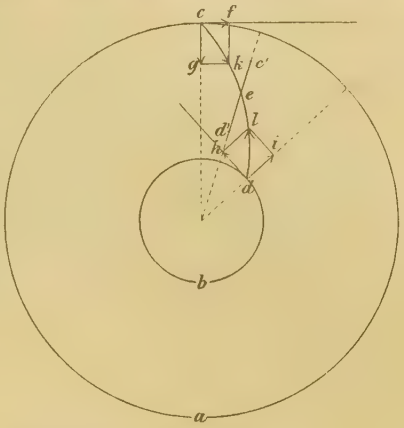
selben Momente die Zunge auf dem konisch zulaufenden Zungenbeine von hinten nach vorn hin, indem der Druck ihrer Muskeln auf eine schiefe Ebene wirkt; die Geschwindigkeiten beider Bewegungen addieren sich, und daher rührt es, daß die geschnellte Zunge trotz ihres geringen Gewichtes z. B. eine Fensterscheibe, von der sie eine Fliege hascht, mit einem so lauten Schlage erschüttern kann, daß man über denselben erschrickt, indem man ihn den Kräften eines so kleinen und schwächlichen Tieres nicht zugetraut hatte. Es ist hierbei noch zu erwähnen, daß in der Gleichgewichtslage, welcher die sich kontrahierenden Muskeln zustreben, der Achsenkanal nicht drehrund bleibt, sondern sich abplattet, was den Vorteil hat, daß dadurch die Berührungsfläche zwischen Zunge und Zungenbein und somit die Reibung verkleinert wird. Ich schließe dies aus der von vorn nach hinten stark abgeplatteten Gestalt, welche namentlich der mittlere Teil der Zunge zeigte, wenn man den elektrischen Strom hindurchleitete, und welche nicht dem fast kreisförmigen Querschnitte entsprach, den eine gekochte Zunge bei vollkommen drehrundem Achsenkanale darbot. So sind hier alle Momente vereinigt, um die möglichst größte Geschwindigkeit hervorzubringen."

Brücke fügt hinsichtlich dieses, von ihm Accelerator linguae genannten Muskels noch hinzu, daß derselbe vorn in zwei durch eine Sehne verbundene Stücke, ein oberes, keilförmiges und ein unteres, halbcylindrisches, zerfällt, die vorn, wo der Achsenkanal aufhört, wieder verdünnt zusammenkommen; ferner giebt er noch an, daß der Faserverlauf nach vorn hin immer weiter von der radialen Richtung abweicht „und sich immer mehr der kreisförmigen Anordnung nähert, welche jedoch niemals wirklich erreicht wird".

Untersuchen wir zunächst unter Zuhilfenahme einer schematischen Zeichnung, ob der von Brücke beschriebene Accelerator linguae wirklich in der ihm zugedachten Weise wirksam sein kann.

Die Figur stelle den Querschnitt des Hohlmuskels dar; *a* die äußere, *b* die innere Fascie desselben; der Bogen *c e d* stelle eine Muskelfaser in der Ruhelage vor. Gerät dieselbe in Erregung, so wird sie den bei *c* gelegenen Teil ihrer äußeren Hülle in der Richtung nach *e* hinzuziehen suchen, ebenso den bei *d* gelegenen der inneren Auskleidung. Die an *c* wirksame Kraft sei durch die Strecke *c k*, die an *d* wirksame durch *d l* ausgedrückt und gleichzeitig beide Strecken als Gerade angenommen. Zerlegt man jede der beiden Kräfte in ihre Komponenten, *c k* in die tangential ge-

richtete Kraft *c f* und die radiäre Kraft *c g*, dementsprechend *d l* in *d h* und *d i*, so wird man leicht einsehen, daß das Resultalt der Wirkung aller Muskelfasern, welche mit ihrer Konvexität wie die als Beispiel gewählte gerichtet sind, eine Drehung der inneren Auskleidung umgekehrt wie die des Zeigers der Uhr, eine Drehung der äußeren Hülle im Sinne des Uhrzeigers, sowie eine Dehnung des inneren, eine Verengerung des äußeren Schlauches hervorbringen würden, so daß die angestrebte Lage und Länge der kontrahierten Faser *c e d* etwa durch *c' e d'* angedeutet werden könnte.



Aus dieser Überlegung ergiebt sich ohne weiteres, daß keinesfalls, wie Brücke will, der innere Raum des Hohlmuskels bei der Kontraktion seiner Fasern zu eng wird, um das Zungenbein ferner beherbergen zu können; im Gegenteil geht das Bestreben der sich kontrahierenden Fasern dahin, ihn zu erweitern [1]). Zugleich aber ergiebt sich auch der Vorteil, welchen die Eigentümlichkeit bietet, daß in den einzelnen aufeinander folgenden Lagen die Richtung der Konvexität der im Bogen verlaufenden Fasern wechselt; es wird dadurch nämlich der drehende Einfluß, den die eine Lage auf die sehnige Um- und Auskleidung des Muskels ausübt, durch die nächstfolgende, entgegengesetzt drehende Lage aufgehoben; es fallen die tangential gerichteten Komponenten weg, die radiären bleiben und verstärken sich. Da hierdurch der zwischen der äußeren Hülle und der inneren Auskleidung gelegene Raum im

1) In der falschen Anschauung, daß der Accelerator den Achsenkanal durch seine Kontraktion verengern könne, war schon Duvernoy, der ihn muscle annulaire nennt und als analog dem Musculus lingualis transversus anderer Vertebraten auffaßt, befangen; er meint, in der Ruhelage der Zunge fixiere er durch den Druck seiner Fasern die Zunge am Zungenbein; bei ausgestreckter Zunge verlängere er durch seine Kontraktion deren vorderes Ende. Das letztere ist ja richtig; wie ersteres möglich sein soll, verschweigt er.

Querschnitt verkleinert wird, die Masse der in ihnen enthaltenen Muskelfasern aber dieselbe bleibt, so wird das Resultat der Kontraktion eine Streckung des ganzen Hohlmuskels in die Länge sein, wie dies ja auch Brücke bei seinen elektrischen Reizversuchen beobachtete. Von einem Druck des Muskels auf das in ihm steckende, „konisch zulaufende Zungenbein" als auf eine schiefe Ebene kann also keine Rede sein.

Zweitens aber kann das Zungenbein, als Ganzes betrachtet, überhaupt nicht als eine schiefe Ebene in Anspruch genommen werden. Zwar verjüngt es sich von hinten nach vorn, besitzt aber an seinem vorderen Ende, was Brücke ganz übersehen hat, eine knopfartige Verdickung; dieselbe kommt dadurch zustande, daß das vordere Ende sich nach der Dorsalseite umkrümmt und auf derselben nach hinten in ein dem Zungenbeinstift anliegendes Ligament ausgeht. Auf diese Weise ist das Zungenbein kurz vor seinem vorderen Ende am dicksten, und könnte als schiefe Ebene im Sinne Brücke's nur das vom größten Umfange kurz vor der Spitze bis zu dieser selbst reichende Stück in Betracht kommen; und dies ist in der That der Fall; es wird nämlich die Anordnung der Muskelfasern, wie schon Brücke sah, nach vorne eine mehr ringförmige, ja in der Gegend des vorderen Endes des Zungenbeinstiftes ist sie, wie mich Quer- und Längsschnitte belehrten, rein ringförmig (Fig. 7 *ri*). Hier wird also eine Verengerung des Achsenkanals zustande kommen und ein Abgleiten der sich kontrahierenden Muskelfasern nach vorne bewirken können. Würden sich die weiter nach hinten gelegenen Partien des Muskels mit mehr radiär verlaufenden Fasern durch ihre Kontraktion eng um den Zungenbeinstift herumschließen können, so würden sie an der vorne gelegenen knopfartigen Verdickung desselben ein unüberwindliches Hindernis finden und das Abgleiten der Zunge geradezu unmöglich machen. Es wird gerade darum im Gegenteil das Lumen des Hohlmuskels durch den Zug seiner Fasern erweitert, soweit es die innere sehnige Auskleidung gestattet, um ihn leichter über jene Verdickung hinwegzubringen.

Diese, über die Funktion des Hohlmuskels zunächst nur aus der Deutung des anatomischen Befundes gewonnenen Anschauungen werden nun durch das Experiment bestätigt und lassen sich sehr wohl auch mit den Resultaten der Brücke'schen Versuche vereinbaren.

Brücke fand bei der elektrischen Reizung der Zunge, daß „sie sich streckt und in die Höhe geschnellt wird". Er stellt dabei

unbeabsichtigt gerade den Moment in den Vordergrund, welchem die größte Bedeutung für die Bewegung der Zunge zukommt, nämlich, daß sie sich streckt.

Durch dieses Strecken, welches mit einer großen Energie geschieht, erfährt der die Zungenkeule der Hauptmasse nach bildende M. accelerator an dem nach hinten von ihm in dichten Falten liegenden und nicht weiter zurückdrängbaren Zungenschlauche einen kräftigen Rückstoß im Sinne einer Bewegung nach vorwärts, die Zungenkeule wird demnach von dem feststehenden Zungenbeinstift nach vorn herunterfliegen. Zu gleicher Zeit aber wirken die in der Gegend des größten Umfanges des Zungenbeinknopfes verlaufenden Ringfasern komprimierend auf denselben und gleiten von ihm als von einer schiefen Ebene nach vorn herab; sie verstärken somit die nach vorn gerichtete Bewegung.

Vergleichen wir mit dieser Annahme die von mir angestellten Reizversuche.

1) An der in ihrer natürlichen Ruhelage befindlichen Zunge wird der M. accelerator gereizt. Unter Verminderung seines äußeren Umfanges tritt eine lebhafte Längsstreckung auf, wobei er vom Zungenbeinstift abfliegt, den gefalteten Zungenschlauch nach sich ziehend.

2) Der Hohlmuskel der Zungenkeule wird vom Zungenschlauch abgetrennt und mit seiner Schnittfläche auf eine Glasplatte gestellt; bei der elektrischen Reizung streckt er sich gleichfalls und hüpft dabei etwas in die Höhe. Der Widerstand der Glasplatte vertritt den vorher vom Zungenschlauch gebotenen.

3) In den Hohlraum der abgeschnittenen Zungenkeule wird der Zungenbeinstift in seine normale Lage gebracht. Bei Reizung des Muskels wird er etwas nach hinten herausgeschoben, eine Folge des von den Ringfasern des M. accelerator auf seinen Knopf ausgeübten Druckes. Im Gegensatz zur Wirklichkeit wird also hier der Hohlmuskel fixiert anstatt, wie es am Tiere selbst der Fall ist, der Zungenbeinstift.

4) Der andere Teil des M. accelerator mit ringförmigem Verlauf seiner Fasern wird abgetragen. Der Zungenbeinstift wird ebenso wie vorher in den Hohlmuskel eingeschoben, so daß der Knopf desselben jetzt frei liegt. Bei Reizung des Muskels streckt sich derselbe, ohne irgendwie bewegend auf den Zungenbeinstift einzuwirken.

5) Bei den drei letztgenannten Versuchen bemerkt man, daß der totale Durchmesser des querdurchschnittenen Hohlmuskels

etwas abnimmt, der axiale Hohlraum sich indes, statt sich zu verengern, eher etwas erweitert.

Ziehen wir die Summe aus dem bisher Gesagten, so bietet der M. accelerator der Chamäleonzunge ein Beispiel dafür, daß die Verkürzung der Fasern eines Muskels nicht direkt in Arbeit umgesetzt wird, indem dadurch die beiden Anheftungspunkte der Muskelfasern einander genähert werden, sondern daß die mit der Verkürzung einhergehende Verdickung der einzelnen Fasern, welche sich dank ihrer eigentümlichen Anordnung in einer Verlängerung des ganzen Muskels äußert, das eigentlich Wirksame darstellt; es wird dabei der an dem einen Ende des sich streckenden Muskels auftretende Rückstoß umgesetzt in eine Bewegung nach vorn.

Man wird vielleicht geneigt sein, dieser Kraft nicht eine so große Bedeutung für die Vorwärtsbewegung der Zunge zuzumessen, als ich es hier thue. Sieht man aber, wie energisch und plötzlich einerseits die Streckung erfolgt, und wie beweglich andererseits die Zunge auf dem Zungenbein aufsitzt, indem sie am frisch getöteten Tier schon bei der geringsten Neigung des Kopfes von ihm herab und zum geöffneten Maule herausrutscht, so wird man den Effekt leichter begreiflich finden. In Wirklichkeit kommt ja außerdem noch immer die gleichzeitige Wirkung der vorderen Ringmuskelschicht in Betracht. Ausgeschaltet ist ferner am lebenden Tier die bei elektrischen Reizversuchen nicht leicht zu vermeidende hemmende Wirkung der als Retractores linguae funktionierenden M. hyoglossi. Diese verlaufen nämlich im Zungenschlauche nach vorn und alsdann zu beiden Seiten des M. accelerator, so daß sie mit diesem gleichzeitig erregt werden. Von weiterer hoher Bedeutung ist die Geschwindigkeit, welche beim Vorwärtsreißen des Zungenbeinapparates durch die schon früher aufgezählten Muskeln der Zunge selbst mittelbar erteilt wird; wird dann, wie dies ja in Wirklichkeit geschieht, das Zungenbein plötzlich festgestellt, so fliegt die Zungenkeule vermöge ihrer Trägheit von demselben ab, und zwar mit einer Kraft, die Duvernoy (7 a) schon an sich für ausreichend erachtete.

Fassen wir das Gesagte noch einmal kurz zusammen, so kommen bei dem eigentlichen Schleuderakte drei verschiedene Kräfte in Betracht: erstens der Druck der vorderen Ringsfaserlagen des M. accelerator auf den Knopf des Zungenbeinstiftes als auf eine schiefe Ebene; zweitens der Rückstoß des sich streckenden M. accelerator am Zungenschlauch; drittens die der Zungenkeule bei der heftigen Vorwärtsbewegung des Zungenbeinapparates durch

die Mm. genio-ceratoidei und genio-hyoidei mittelbar erteilte Geschwindigkeit.

Alle drei Kräfte wirken gleichzeitig in demselben Sinne und können so jene frappierende Wirkung hervorrufen, die uns in Staunen setzt.

Es mögen hier noch einige den M. accelerator linguae betreffende Einzelheiten Erwähnung finden, welche den früheren Beobachtern entgangen zu sein scheinen. Wie schon Brücke angiebt, ist derselbe vorn in zwei Partien, eine obere und eine untere, zerspalten; ich fand nun, daß die Spitze des oberen Teiles von einem besonderen kleinen Muskel gebildet wird (Fig. 7, 8 *lm*), dessen Fasern in der Längsrichtung verlaufen. Durch eine zarte Membran steht er mit dem unteren, eine Hohlrinne darstellenden Teil in Zusammenhang; da diese Membran unmittelbar in die Fascie beider Muskelpartien übergeht, schließt sie den zur Aufnahme des Zungenbeinstiftes bestimmten Hohlraum nach vorn allseitig ab. Wichtiger erscheint mir ein anderes, bisher nur von einem Beobachter, so viel ich sehe, erwähntes Gebilde; das vordere Ende der unteren Hälfte des M. accelerator krümmt sich nämlich etwas nach oben um und geht dann in ein, aus gallertigem, mit zahlreichen elastischen Fasern durchsetztem Bindegewebe gebildetes Ligament über, das sich auf die Spitze des Zungenbeinstiftes fortsetzt; im Ruhezustand der Zunge nimmt es einen welligen Verlauf zwischen dem Zungenbeinstift und der Fascie des Innenraums des Hohlmuskels (Fig. 7 *li*).

Ihm kommt eine wenn auch mehr passive, so doch meiner Ansicht nach sehr wichtige Rolle beim Schleuderakte zu. Würde die Zunge, falls sie nach einem fliegenden Insekt geschleudert wird oder, nach einem sitzenden abgeschossen, ihr Ziel verfehlt hat, keinen anderen Widerstand finden, der ihre Bewegung hemmt, als den, welchen die Festigkeit der Gewebe des Zungenschlauches einschließlich der in ihm verlaufenden beiden Mm. hyoglossi, der Nerven und Gefäße darbietet, so würde bei der großen Heftigkeit des Wurfes sehr oft eine Zerreißung der genannten Gebilde, zum mindesten ein intensiver Schmerz, durch ihre Zerrung hervorgerufen, die Folge sein. Wird doch das Tier in einem solchen Falle, wenn es nicht ganz fest saß, so stark aus dem Gleichgewicht gebracht, daß es von seinem Sitze nach vorn herabsinkt, oder sich oft nur mit der größten Mühe festzuhalten vermag. Es kommt nun das beschriebene Ligament dadurch sehr vorteilhaft zur Geltung, daß es zunächst gestreckt, dann vermöge seiner

Elasticität etwas gedehnt wird und endlich der Zunge Stillstand gebietet, noch ehe die Gewebe des Zungenschlauches ad maximum gespannt werden; dieselben können sich nur so viel strecken, als die Ausgleichung der Falten, in denen sie alle in der Ruhelage verlaufen, bedingt [1]).

Auch die funktionelle Bedeutung, welche Duvernoy diesem Ligament zuschreibt, deckt sich mit meiner soeben geäußerten Anschauung.

Er sagt davon: La tige osseuse (qui forme le corps de l'hyoïde) donne attache, par son extrémité, à une substance ligamenteuse qui forme, depuis cette extrémité jusqu' à celle de la langue, un cordon, à la vérité de substance molle, et comme albumineuse après la mort, qui paraît avoir pour fonction de modérer l'extension de la langue, conjointement avec les muscles cérato-glosses et la peau de cet organe. Parvenue dans la massue de la langue, ce ligament s'élargit et s'aplatit, pénètre dans tout l'étendue du muscle lingual transverse, et s'attache à sa paroi inférieure.

Als letzter Akt der Zungenbewegung käme die Zurückführung des Zungenbeinapparates in die Mundhöhle, sowie das Überstreichen der Zunge auf den Zungenbeinstift betreffs der dabei wirksamen Kräfte in Betracht.

Die Zurückzieher des Zungenbeins sind bereits von Cuvier (4) richtig beschrieben worden und brauchen darum hier nur kurz erwähnt zu werden.

1) Der M. sterno-hyoideus (Fig. 1, 2, 4, 6 *sth*) entspringt am Sternum und inseriert am Körper des Zungenbeins. Auffallend ist die Verlagerung seines Ursprungs an das hintere Ende des Brustbeins; infolgedessen wird er sehr lang und zu einer sehr energischen Aktion befähigt.

2) Der M. sterno-ceratoideus (Fig. 4, 6 *st. c*) entspringt unter dem vorigen und inseriert am großen Zungenbeinhorn.

3) Der M. omo-hyoideus (Fig. 2, 4, 5, 6 *oh*) stellt ein außerordentlich dünnes und langes Muskelbündel dar, welches vorn oben an der Scapula entspringt und an der oberen Fläche des Zungenbeinkörpers inseriert.

---

1) Darauf, daß dies Gebilde bereits von Duvernoy (7 b) abgebildet und beschrieben wurde, während alle anderen Autoren nichts davon erwähnen, weshalb ich es neu entdeckt zu haben glaubte, machte mich gleichfalls in liebenswürdiger Weise Herr Geheimrat Prof. Dr. Leydig aufmerksam.

Das Zurückstreifen des Zungenschlauches und der Zungenkeule geschieht durch die am Zungenbein entspringenden und in der vordersten Partie der Zunge in noch näher zu beschreibender Weise endigenden Mm. hyoglossi. Untersucht man auf sie hin die ruhende Zunge, so sieht man, daß ihr Verlauf keineswegs ein geradliniger ist, wie man es von einem kontrahierten Muskel erwarten sollte, sondern in wellenförmigen Biegungen den Falten des Zungenschlauches folgt, dessen Hauptmasse sie ausmachen (Fig. 1, 7 *hg*). Würden sie in der Ruhelage der Zunge gestreckt verlaufen, so müßten sie sich beim Schleudern derselben etwa um das Fünffache verlängern, oder, was dasselbe besagt, der Muskel müßte sich bei der Kontraktion um das Fünffache verkürzen, während die normale Verkürzung des kontrahierten Muskels im allgemeinen nur $^2/_5$ der Länge des ruhenden beträgt.

Man muß annehmen, daß die Kontraktion der Hyoglossi eine so energische ist, daß die durch sie nach hinten gerissene Zungenkeule auch nach dem Aufhören der einwirkenden Kraft infolge ihrer Trägheit noch imstande ist, den Zungenschlauch samt den in ihm enthaltenen, nun ruhenden Mm. hyoglossi zusammenzuschieben. Doch kommt auch hierbei noch eine zweite Kraft in Betracht, welche in gleichem Sinne wirkt, die energische Retraktion, welche die sich kontrahierenden Sternohyoidei auf den knöchernen Zungenbeinapparat ausüben; die diesem erteilte Geschwindigkeit pflanzt sich durch den Zungenschlauch der gestreckten Zunge auch auf die Zungenkeule fort und treibt diese mit auf den Zungenbeinstift auf, sobald dieser letztere, wieder an seine ursprüngliche Lage zurückgekehrt, seine Bewegung aufgiebt; gerade das umgekehrte Verhalten also, wie wir es beim Hervorschleudern zu berücksichtigen haben.

Außer den Mm. hyoglossi findet sich im Zungenschlauche noch ein anderer, schwach entwickelter Muskel vor, dessen Bündel in gewissen, meist mit den tiefsten Einkerbungen desselben zusammenfallenden Abschnitten, unter der Schleimhaut ringförmig angeordnet sind. Die Richtung seiner Fasern verläuft also kreisförmig um den axialen Hohlraum; es ist nicht unwahrscheinlich, daß er die Falten so tief einzuschnüren hat, als es zur vollständigen Bergung der Zunge in ihrer Tasche nötig ist. Anfangs war ich nicht abgeneigt, ihm auch einige Bedeutung für das Hervorschnellen der Zunge beizumessen, indem ich dachte, daß er durch seine Kontraktion den Zungenschlauch verengere und so auch verlängere. Wurde nämlich der gefaltete Schlauch mit den

Spitzen der Elektroden berührt, so fand prompt eine Streckung der Zunge statt. Es beruht diese Erscheinung jedoch vielmehr auf einer Reizung zweier starker Nerven, welche im Zungenschlauch nach vorn zum M. accelerator ziehen; daß letzterer also das eigentliche Movens war, zeigte sich auch, als ich ihn abgeschnitten hatte; denn dann blieb bei Reizung des isolierten Zungenschlauches die Streckung aus.

Es erübrigt noch die Besprechung der Veränderungen, welchen die Form der die Zungenspitze überkleidenden Drüsenmembran in den verschiedenen Phasen der Bewegung unterworfen ist, betreffs der dabei thätigen Muskeln. Wie früher gesagt wurde, wird durch das Herabziehen der Schleimhaut über die Zungenspitze vor dem Wurfe die durch Einstülpung gebildete Nische ausgeglichen. Dies geschieht nach Brücke durch den M. submucosus; dieser bildet ein Netzwerk sich kreuzender Fasern zwischen den Leimdrüsen und geht nach unten, über die Zungenspitze nach hinten biegend, in zwei Bündel längsgerichteter Fasern über, die in der bindegewebigen Umhüllung der Zunge endigen (Fig 9); der M. submucosus preßt das Sekret aus den von ihm umsponnenen Leimdrüsen und zieht die Schleimhaut der Zungenspitze nach unten.

Beim Ausgleichen der Schleimhautnische kommt ihm ein zweiter, noch unbeschriebener, sehr zierlicher Muskel zu Hilfe. Derselbe (Fig. 9 *m. d*) entspringt an den Seitenrändern des eine Halbrinne darstellenden unteren Teils des M. accelerator (Fig. 9 *ai*), jederseits mit etwa fünf Bündeln, welche in der Sagittalebene zwischen den beiden seitlichen Endzipfeln der Schleimhautnische senkrecht emporsteigen, nach vorn umbiegen und im Dache der letzteren enden; auf Längsschnitten erscheinen die nach oben hin dicht aneinander liegenden Bündel als eine die Nische bogenförmig umgreifende, zusammenhängende Muskellage (Fig. 8 *md*); kontrahiert er sich, so wird die obere Wand der Nische nach unten und etwas nach hinten gezogen und, da gleichzeitig die untere Wand derselben durch den M. submucosus nach unten und außen gezogen wird, gleichsam die tiefste Partie der Nische hervorgequetscht.

Ist das Insekt aufgeklebt, so beginnt mit der Zurückziehung der Zunge zugleich die Einstülpung der Leimmembran, so daß, wenn jene wieder in ihre Ruhelage gebracht ist, auch die letztere vollendet ist. Wie das Aufstülpen der Zunge auf das Zungenbein, so wird auch die nischenförmige Einstülpung durch die Kontraktion der Mm. hyoglossi verursacht, und soll daher ihr Verhalten

im vorderen Zungenabschnitt hier beschrieben werden. Während im Zungenschlauch die Lage beider Muskeln eine seitliche ist, wenden sie sich nach vorn immer mehr nach der dorsalen Seite und bilden eine den M. accelerator von oben deckende Halbrinne; da, wo der Accelerator sich in eine obere und untere Partie sondert, tritt auch an jedem Hyoglossus eine Scheidung in eine äußere, mehr ventral gelegene Partie ein, welche durch schräge bis dorsoventral verlaufende Muskelzüge von einer inneren Lage getrennt wird. In ihrem weiteren Verlauf gewinnen beide Teile an Mächtigkeit, der Superficialis erhält einen größeren Durchmesser in dorso-ventraler Richtung, während der Profundus ein im Querschnitt ovales Bündel bildet, welches nach oben mit dem entsprechenden der anderen Seite konvergiert. Wo die beiden seitlichen Aussackungen des blinden Endes der Nische sichtbar werden, liegen sie im Profundus eingeschlossen. Die Bündel beider Seiten werden hier in der Mittellinie von dem oben beschriebenen, von dem unteren Teil des Accelerator in die Höhe steigenden Muskel auseinandergehalten. Während die Mm. hyoglossi profundi an der Hinterfläche der zwei seitlichen Zipfel endigen (Fig. 9 *hg. p*), strahlen die Fasern der immer breiter gewordenen Superficiales in die Parenchymmuskulatur am Dach der Nische und an ihrer Rückwand aus (Fig. 9).

Ich will hier gleich meine Ansicht über die physiologische Bedeutung der Schleimhautnische anfügen. An ihrer Oberfläche münden zahlreiche, sackförmige, mit einem Cylinderepithel ausgekleidete Drüsen, deren zum Aufkleben der Insekten dienendes Sekret außerordentlich zäh an den mit ihm in Berührung kommenden Gegenständen haftet, wie aus nachstehender Beobachtung zu entnehmen ist.

Um eine von dem Tiere selbst herausgeschleuderte Zunge zur Untersuchung in ausgestrecktem Zustande zu erhalten, hatte ich eine kleine Schlagfalle nach Art eines Tellereisens konstruiert und, mit einem lebenden Nachtschmetterling beködert, in einiger Entfernung vom Chamäleon aufgestellt. Die Einrichtung war so getroffen, daß die Feder infolge des Stoßes der nach dem Insekt geworfenen Zunge ausgelöst werden sollte. Obschon nun der Stoß sehr heftig war, genügte seine Kraft doch nicht, um das Sperrholz zwischen den Bügeln der Falle herauszuschleudern. Da ich aber sah, welche Anstrengungen das Tier machen mußte, um die anklebende Zunge wieder von dem gut befestigten Insekte loszureißen, änderte ich die Konstruktion so, daß die Falle nunmehr

durch Zug an dem Sperrholz ausgelöst werden sollte, ein Versuch, der beim ersten Male gelang. Die Adhäsion der Zungenspitze an dem getroffenen Insekt war also vermöge ihres Sekretes so groß, daß selbst die energische rückziehende Kraft sie nicht zu überwinden vermochte; und doch war letztere noch größer als diejenigen Kräfte, welche die Zunge vorschleuderten, da sie im Gegensatz zu ihnen die Falle zum Zusammenklappen brachte.

Würde nun die mit so außerordentlich klebrigem Sekret, das übrigens auch an Glas, Metall etc. sehr fest haftet, bedeckte Schleimhautoberfläche frei zu Tage liegen, so würde sie bei geschlossenem Maule den Gaumen berühren und das Hervorschleudern der Zunge sehr erschweren, wenn nicht gänzlich unmöglich machen.

So aber wird die hauptsächlich mit Schleimdrüsen bedeckte Partie erst nach dem Hervorstrecken der Zunge bloßgelegt und kann alsdann, mit reichlichem Sekret bedeckt, voll und ganz zur Wirkung kommen. Ist sie ins Maul mit der anklebenden Beute zurückgezogen, so wird diese, wie man beobachten kann, bei der nunmehr erfolgenden gänzlichen Einstülpung heruntergeschoben und von den Kiefern erfaßt.

Es bliebe nun noch ein Muskel des vorderen Zungenabschnittes zu erwähnen, welcher die vom M. accelerator und den Mm. hyoglossi gebildete Zungenkeule ringförmig, unter der Schleimhaut verlaufend, umschließt; es ist dies der M. lateralis linguae Brücke's.

Die Brücke'sche Ansicht über diesen Muskel ist vollkommen richtig, wird aber, wie hier beiläufig bemerkt werden möge, von Prinz Ludwig Ferdinand (12) so wiedergegeben, als ob Brücke den M. hyoglossus darunter verstanden habe, dessen vorderen Teil Brücke als M. longitudinalis linguae bezeichnet; während Brücke sagt: „Nachdem die beschriebenen Längsfasern, die ich von dem übrigen Musc. hyoglossus als M. longitudinalis linguae unterscheiden will, beiderseits in den Furchen des Accelerator linguae bis zum vorderen Ende der Zunge verlaufen sind, setzen sie sich mittelbar an der Rückwand der Membrana invischiante (so nennt Rusconi den Teil der Schleimhaut, der mit seiner klebrigen Absonderung zum Auftupfen des Insekts dient) fest, so daß sie durch ihren Zug dieselbe nach innen einstülpen können", ist diese Stelle folgendermaßen wiedergegeben: „Brücke sagt: Der Musc. lateralis linguae, unser Musculus hyoglossus profundus, setzt sich un-

mittelbar in die Membrana invischiante, wie Rusconi die Schleimhaut in der Nische an der Zungenspitze bezeichnet, fort, so daß er durch seine Einwirkung die genannte Membran nach innen einstülpen kann.“ Der von Prinz Ludwig Ferdinand S. 54, 1. Zeile (12) erwähnte, die Hyoglossi von außen deckende Ringmuskel ist der Brücke'sche M. lateralis. Derselbe ist ziemlich fest mit dem M. hyoglossus superficialis verwachsen, mit ihm eine Muskelplatte aus senkrecht einander kreuzenden Fasern darstellend (Fig. 9 *l l*).

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, Herrn Prof. Dr. Boveri für die Anregung zu dieser Arbeit und die Überlassung des wertvollen Materials, Herrn Prof. Dr. Fick für die gütige Erlaubnis zur Vornahme der physiologischen Experimente im physiologischen Laboratorium, sowie Herrn Privatdozenten Dr. Schenk für die freundliche und liebenswürdige Unterstützung bei Vornahme der letzteren meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Litteratur-Verzeichnis.

1) Nicol. C. F. de Peiresc vita per Petrum Gassendum, Hagae Comit. 1651, p. 479.
2) Perrault, Mémoires pour servir à l'histoire nat. des animaux de l'Académie Royale des sciences de Paris, 1676.
3) Vallisneri, Ant., Istoria del Camaeleonte affricano e di varj animali d'Italia, Venetia 1715.
4) Cuvier, G., Leçons d'anatomie comparée, publiées par C. Duméril, Tome III, 1805.
5) Houston, John, On the structure and mechanism of the tongue of the Chamaeleon. Transact. R. Irish Acad., Vol. 15, 1828, p. 177—201.
6) Mayer, A. F. F. C., Analekten für vergleichende Anatomie, Bonn 1835, p. 42, 43.
7 a) Duvernoy, G. L., Sur les mouvements de la langue du Caméléon. Compt. rend. Acad. Scienc. Paris, Tome II, 1836, p. 190—1, 349—51. — b) Mémoires sur quelques particularités des organes de la déglutition de la classe des oiseaux et des reptiles. (Separat erschienen, die vorige Abhandlung ergänzend.)
8) Duméril, C., Sur les mouvements de la langue chez les Caméléons. Compt. rend. Acad. Scienc. Paris, Tome II, 1836, p. 228—30.
9) Rusconi, Mauro, Beobachtungen am afrikanischen Chamäleon. F. Müller's Archiv für Anat., Phys. u. wiss. Med., 1844, p. 508—19.
10) Brücke, Über die Zunge der Chamäleonen. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse d. Kais. Akad. d. Wiss., Bd. 8, 1852.
11) Zaglas, John, On the tongue of the Chamaelon and the mechanism of its projection and retraction. Goodsir's Annals of Anatomy and Physiology, Edinburgh 1852, p. 138—52. (Diese Arbeit war mir nicht zugänglich.)
12) Prinz Ludwig Ferdinand, Zur Anatomie der Zunge, München 1884.

Figuren-Erklärung

zu Taf. III.

gc = M. genio-ceratoideus.
gg = M. genio-glossus.
gh = M. genio-hyoideus.
h = Knorpliger Stift des Zungenbeines.
hg = M. hyoglossus.
hgp = Dessen tiefere Lage im vorderen Zungenabschnitt.
li = Vom Zungenbeinstift ausgehendes Ligament.
ma = M. accelerator linguae.
mh. a = M. mylohyoideus anterior.
mh. p = M. mylohyoideus posterior.
oh = M. omo-hyoideus.
stc = M. sterno-cleido-masticus.
sth = M. sterno-hyoideus.
ts = Luftsack an der Trachea.

Fig. 1. Sagittaler Gefrierschnitt durch den Kopf und die Zunge in Ruhelage.

Fig. 2. Sagittaler Gefrierschnitt durch den Kopf und die Zunge in ausgestrecktem Zustande. *c* = Herz; *m* = Unterkiefer; *p* = Pulvinar, polsterförmiger Wulst am Zungenrücken vorn.

Fig. 3. Ansicht des Mundhöhlenbodens bei ruhender Zunge; der Schnitt ist parallel der Ebene des Unterkiefers zwischen diesem und dem Oberkiefer geführt. *km* = Kaumuskulatur; *l* = Eingang zum Larynx; *oe* = Oesophagus; *tr* = Trachea; *p* = Pulvinar.

Fig. 4. Kopf und Halsgegend von unten; die Haut ist abpräpariert; die von den Mm. mylohyoideus ant. und mylohyoideus post. gebildete Schicht ist rechts nach Durchtrennung in der Mittellinie aufgeklappt, links ganz abgetragen. Die Zungentasche ist teilweise gespalten und läßt in der Tiefe die untere Fläche der Zunge sichtbar werden.

Fig. 5. Die zwischen den beiden Unterkieferästen verlaufende Muskulatur; Ventralansicht. Nach Durchtrennung in der Mittellinie ist links der M. mylohyoideus ant. zur Seite geschlagen.

Fig. 6. Die Muskeln des Zungenbeins; der Kopf ist etwas nach der linken Seite gedreht. *m* = Großes Horn des Zungenbeins.

Fig. 7. Sagittalschnitt durch die ruhende Zunge (Vergr. 4). *lm* = kleiner Längsmuskel, dem vorderen Ende des oberen Teils des M. accelerator auf der dorsalen Fläche aufgelagert. *ri* = Vorderste Partie des M. accelerator mit ringförmig angeordneten Fasern.

Fig. 8. Sagittalschnitt durch die ausgeschleuderte Zunge (Vergr. 6). Das Präparat wurde von einer auf die im Text geschilderte Weise in ausgeschleudertem Zustand fixierten Zunge gewonnen. Durch die Anstrengungen des Tieres, letztere vermittelst der Mm. hyoglossi zurückzuführen, wurde die Schleimhautnische ad maximum eingestülpt, während sie an der normal ausgestreckten Zunge gänzlich ausgeglichen ist. *md* = M. depressor. Die übrigen Bezeichnungen sind dieselben wie vorher.

Fig. 9. Vorderer Abschnitt der Zunge. Dieselbe ist in der dorsalen Mittellinie durch einen Schnitt gespalten, der vorn auch durch die Schleimhautnische geht; die beiden Hälften derselben sind nach den Seiten umgeklappt. Der M. accelerator ist gleichfalls gespalten; in seinem Inneren ist das gallertige Bindegewebe sichtbar, dessen dichterer, centraler Teil ein von der Spitze des Zungenbeinstiftes nach dem vorderen Ende der unteren Hälfte des M. accelerator ziehendes Ligament (*li*) bildet. (Das Präparat ist von einer aus dem Maul hervorgezogenen Zunge.) *l l* = Muskelschicht, gebildet aus den Fasern des M. hyoglossus superficialis und des M. lateralis linguae; *ai* = unterer Teil des M. accelerator, von dessen Seitenrändern die Bündel des M. depressor nach dem Dach der Nische emporsteigen.

NB. Die im Texte angeführten Figuren finden sich auf Tafel III in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. XXIX, N. F. XXII.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.